

УДК 621.39

**АЛГОРИТМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ЛАДНАННЯ КОАКСІАЛЬНИХ
МЕТАЛОДІЕЛЕКТРИЧНИХ ФІЛЬТРІВ****Андрусенко Е.М., Задворний А.В.¹**

У зв'язку зі швидким розвитком мобільного зв'язку, навігаційних та телекомунікаційних систем, тенденцією мініатюризації апаратури, актуальним стає розширення області застосування металодіелектричних фільтрів на основі діелектриків із високою діелектричною проникністю. Окремі варіанти виконання смугово-пропускних фільтрів такого типу вже знайшли широке застосування і випускаються провідними іноземними фірмами (наприклад, Toko, muRata, K&L, ін.).

Найбільш складним та витратним етапом розроблення металодіелектричних фільтрів є визначення конструктивних параметрів елементів міжрезонаторного зв'язку та зв'язку крайніх резонаторів з зовнішніми колами. Складність цієї задачі обумовлена зосередженням зусиль на використанні для формування діелектричних структур фільтра прес-форм, що є в наявності та використовуються при виготовленні фільтрів для апаратури масового вжитку. Це призводить до того, що виготовлення фільтра з необхідними характеристиками без індивідуального налаштування утруднене. В той же час сам процес налаштування досить складний і тривалий, особливо для багаторезонаторних фільтрів, вимагає чималого досвіду та уміння.

Нами розроблений алгоритм (та здійснена його програмна реалізація у програмному середовищі *Microwave office*), за допомогою якого процес налаштування можна моделювати на віртуальній моделі фільтра (див. рис.1), що дозволяє візуалізувати процес налаштування, спростити його

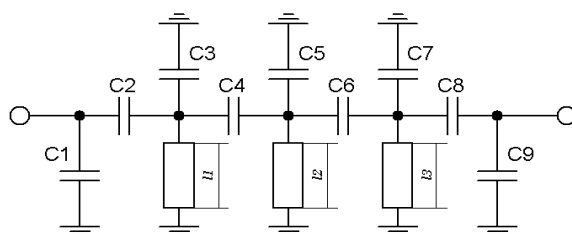


Рис.1

та значно прискорити.

Налаштування фільтрів даного класу відбувається шляхом зміни площі контактних площадок на торцевій стороні фільтра. Цей процес має недолік пов'язаний з неможливістю повернення до початкової площі площадок без повторної металізації, яка займає багато часу і потребує додаткових витрат. Отже процес налаштування вимагає значної уважності і точності. Все це значно впливає на кінцеву вартість виробу.

Розглянемо подану на рис.1 схему. Ємності C_2 і C_8 з'єднують фільтр з

¹ Робота виконана під науковим керівництвом к.т.н., доц. Мірських Г.О.

вхідною і вихідною лініями передачі. Ці ємності зосереджені між контактними площадками і боковою металізацією фільтра. Ємності C_4 , C_6 - міжрезонаторні. Ці ємності є елементами міжрезонаторного зв'язку. Резонаторами є коаксіальні лінії передачі довжинами l_1 , l_2 , l_3 навантажені ємностями C_3 , C_5 , C_7 . Всі наведені ємності впливають на форму АЧХ, змінюючи значення цих ємностей, можна отримувати необхідні параметри АЧХ. Приведені ємності є не зосередженими елементами, тому не вдається безпосередньо змінювати їх значення. Проте, зміна площі контактних площадок еквівалентна зміні значень відповідних ємностей зв'язку - зменшення площі площадки призводить до зменшення значення відповідної ємності а збільшення до зростання ємності. Виявлення залежності параметрів АЧХ від геометричних розмірів площадок (значень ємностей) до здійснення відповідних операцій налаштування, значно б спростила дану процедуру.

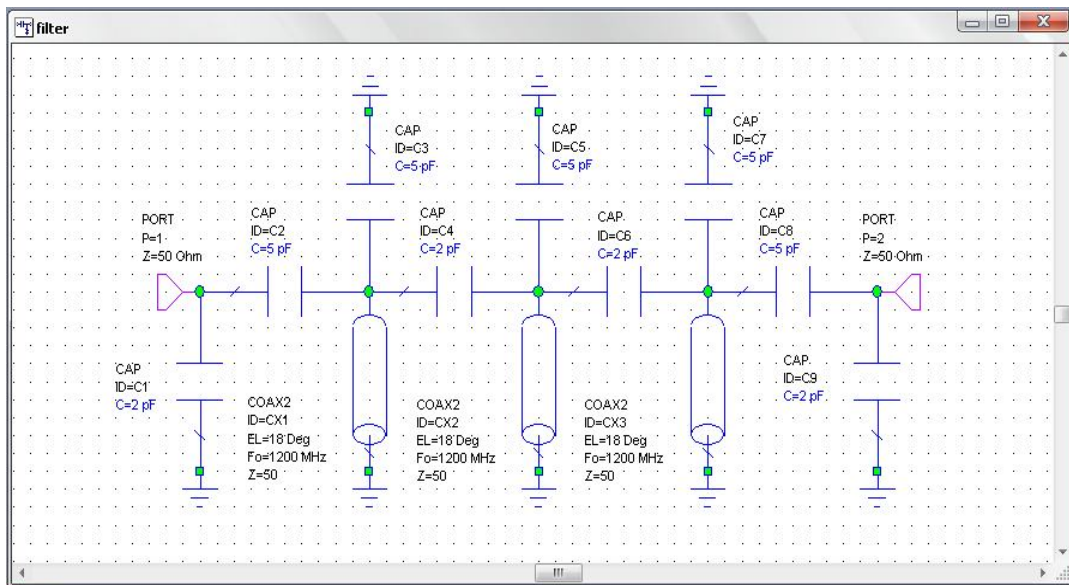


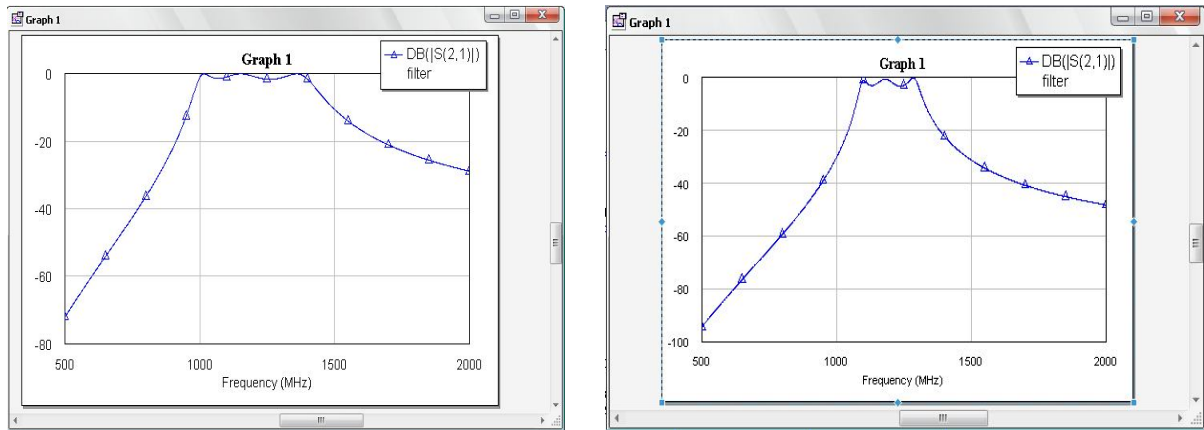
Рис.2

Програма Microwave Office дозволяє проводити дії з налаштування моделі (віртуального фільтра), що еквівалентні проведенню операції налаштування в реальному макеті з допомогою опції *Tune*. На рис. 2 зображена модель ФКДР в програмному забезпеченні, АЧХ якого наведена на рис.3а - до налаштування, 3б - після процесу налаштування.

Для підтвердження адекватності даної моделі були проведені експерименти з налаштування реальних конструкцій фільтрів. Налаштування відбувалося поетапно. Після кожної зміни параметру в моделі, що викликало покращення характеристики АЧХ, виконувалися відповідні зміни значень параметрів реальної конструкції і спостерігалася відповідність зміни АЧХ досліджуваного фільтра.

Під час налаштування реальних фільтрів відмічена відповідність характеру змінення їх АЧХ віртуальному аналогу. Відмічено, що зміна ємнос-

тей C_3 , C_5 , C_7 призводить до зміни резонансної частоти фільтру (зменшення цих ємностей призводить до збільшення частоти і навпаки). Зміна ємностей C_4 , C_6 дозволяє регулювати ширину смуги пропускання: збільшення значень цих ємностей призводить до розширення смуги пропускання, тоді як зменшення - до звуження.



а

б

Рис.3

Алгоритм налаштування фільтрів за допомогою розробленого програмного забезпечення дає змогу спостерігати поведінку характеристики АЧХ в смузі частот при зміні параметрів відповідних конструктивних елементів та використовувати отриману інформацію для налаштування реальних конструкцій фільтрів. При цьому суттєво спрощується процес ладнання та скорочується час, необхідний для отримання заданих характеристик фільтру. Даний алгоритм може бути застосований для ладнання багатьох типів фільтрів та диплексорів.

Література

1. Filters-Components-Modules for Communication Equipment // Catalog № 081E2. "Murata". July, 2007.
2. Разевиг В.Д., Потапов Ю.В., Кушнир А.А. Проектирование СВЧ устройств с помощью Microwave Office. М., 1992.

Андрусенко Є.М., Задворний А.В. **Алгоритмізація процесу ладнання коаксіальних діелектричних фільтрів.** Наведено алгоритм ладнання коаксіальних діелектричних фільтрів. Алгоритм реалізовано на базі програмного пакету Microwave Office. Підтверджена ефективність представленого алгоритму.

Ключові слова: смугово-пропускний фільтр, діелектричний фільтр.

Андрусенко Е.Н., Задворный А.В. **Алгоритмизация процесса настройки коаксиальных диэлектрических фильтров.** Алгоритм реализован на базе программного пакета Microwave Office. Подтверждена эффективность представленного алгоритма.

Ключевые слова: частотно-пропускающий фильтр, диэлектрический фильтр.

Andrusenko E.N., Zadvornyi A.V. **Adjustment algorithm for coaxial dielectric filters.** Adjustment algorithm for filters by the instrumentality software Microwave Office are presented. **Key words:** band pass filter, dielectric filter